

煤矿掘进设备发展及改进研究

赵 钢 吕志伟

河北冀中邯峰矿业有限公司武安郭二庄矿 河北 邯郸 056303

摘 要：煤矿掘进设备对煤炭安全生产和高效开采至关重要。随着科技进步，掘进设备正朝向自动化、智能化方向发展。本文分析了煤矿掘进设备的发展现状，指出了设备在地质适应性、作业效率及运行稳定性等方面的局限性，并提出了技术创新与改进策略，如动力升级、支护优化及材料改进等。通过实施这些改进方案，可显著提升掘进效率，降低成本，增强安全保障，符合绿色矿山的发展要求。本研究为煤矿掘进设备的未来发展提供了参考和指导。

关键词：煤矿掘进设备；发展；改进

引言：煤矿掘进设备作为煤炭生产的重要工具，其性能与效率直接关系到煤矿生产的安全与效益。随着煤炭开采深度的增加和地质条件的复杂化，传统掘进设备已难以满足现代煤矿生产的需求。因此，对煤矿掘进设备进行深入研究，探索其发展趋势和改进策略，具有重要的现实意义。本研究旨在通过系统分析掘进设备的现状、问题及挑战，提出针对性的改进措施，以期提高掘进效率，降低生产成本，保障煤矿生产的安全与可持续发展。

1 煤矿掘进设备概述

1.1 掘进设备分类及工作原理

(1) 掘进设备的主要类型。掘进设备主要分为全断面隧道掘进机、部分断面隧道掘进机和非开挖管道设备。全断面隧道掘进机主要用于掘进坚硬岩石隧道，其特点是用机械法破碎切削岩石，挖掘与出渣同时进行。部分断面隧道掘进机则主要用于软岩和中硬岩隧道的掘进，工作机构一般是由悬臂及安装在悬臂上的截割头所组成。非开挖管道设备则主要用于在地表极小部分开挖的情况下，通过导向、定向钻进等方式敷设、更换和修复各种地下管线。(2) 各类掘进设备的工作原理和适用范围。全断面隧道掘进机通过盘形滚刀沿岩壁表面滚动，压碎岩石切入岩体中，适用于坚硬岩石隧道的掘进。部分断面隧道掘进机通过悬臂和截割头的上下、左右摆动，逐步完成全断面岩石的破碎，适用于复杂地质状况的隧道掘进。非开挖管道设备则利用定向钻进等工艺，进行地下管线的施工，具有不影响交通、环境等优点，广泛应用于给水、排水、电力、通信等领域。

1.2 掘进设备在煤炭工业中的应用

(1) 掘进设备在煤矿巷道掘进、煤炭开采等环节的具体应用。在煤炭工业中，掘进设备被广泛应用于煤矿巷道的掘进和煤炭的开采。全断面和部分断面隧道掘进

机能够快速、准确地掘进巷道，提高掘进效率。同时，掘进机还能够破碎煤岩，为煤炭开采提供有力支持。

(2) 掘进设备对煤炭生产效率、成本控制和安全保障的影响。掘进设备的应用显著提高了煤炭生产效率，降低了人工成本。同时，掘进机的精确控制和机械化作业也提高了巷道掘进的质量和安全性，减少了安全事故的发生。此外，掘进设备还能够降低材料消耗，进一步降低煤炭生产成本。

2 煤矿掘进设备的发展现状

2.1 技术水平及特点

2.1.1 技术水平进展

当前，煤矿掘进设备在自动化、智能化方面取得了显著进展。通过引入自动导航系统、智能控制算法等技术，掘进设备能够实现更高效、更准确的自主运行和控制，显著提高施工效率和质量。同时，为了降低能源消耗并提高作业效率，掘进设备还采用了先进的节能技术和环保设计，如高效电液比例控制系统等，使得掘进设备在节能方面取得了显著成效。此外，掘进设备正逐步向轻量化、模块化方向发展，更便于运输和安装，同时增强了设备的可靠性和可维护性。

2.1.2 结构设计、材料选择与制造工艺特点

在结构设计上，掘进设备更加注重整体布局的紧凑性和合理性，以提高设备的稳定性和工作效率。材料选择方面，掘进设备采用了高强度、高耐磨性的材料，如复合耐磨钢板等，以应对复杂的掘进环境和恶劣的工作条件。制造工艺方面，掘进设备制造商通过不断改进生产流程和技术手段，提高了设备的制造精度和性能。例如，通过优化热处理工艺和采用先进的铸造技术，提高了材料的力学性能和耐磨性^[1]。

2.2 市场需求及应用前景

2.2.1 市场需求趋势

煤矿掘进设备市场需求与基础设施建设紧密相关。随着全球城市化进程的加速和基础设施建设的不断推进，掘进设备市场需求持续增长。特别是在煤矿开采领域，随着机械化生产的普及和政府对于安全生产的重视，掘进设备的需求量不断增加。同时，国内外市场对掘进设备的需求也呈现出多元化的趋势，不仅要求设备具备高效、节能、环保等特点，还要求能够适应不同地质条件和施工环境。

2.2.2 应用前景与发展方向

掘进设备在未来煤炭工业中具有广阔的应用前景。随着煤炭资源的日益枯竭和开采难度的增加，掘进设备将更加注重高效、智能化和环保的发展趋势。一方面，掘进设备将不断引入新技术和新材料，提高设备的性能和效率；另一方面，掘进设备还将逐步实现远程监控和无人驾驶等功能，以进一步提高施工安全性和作业效率。此外，掘进设备还将更加注重与上下游产业的协同发展，共同推动煤炭工业的转型升级和可持续发展。

3 煤矿掘进设备存在的问题与挑战

3.1 技术局限性

3.1.1 地质适应性、作业效率、运行稳定性等方面的局限性

(1) 煤矿掘进设备在地质适应性方面存在一定的局限性。由于煤矿地质条件复杂多变，包括煤岩硬度、断层、裂隙、含水量等多种因素，掘进设备在面对不同地质条件时，可能需要频繁调整参数或更换部件，影响了作业效率和设备的稳定性。特别是在遇到坚硬岩石或复杂地质构造时，掘进设备的掘进速度可能会大幅下降，甚至无法正常作业。(2) 在作业效率方面，掘进设备的切割效率和运输效率往往受到多种因素的制约。例如，切割头的磨损、切割参数的设定、运输系统的匹配等都会影响掘进设备的整体作业效率。此外，掘进设备的智能化程度不够高，自动化控制水平有限，也限制了作业效率的提升^[2]。(3) 运行稳定性方面，掘进设备在长期运行过程中可能会出现各种故障和问题。由于煤矿作业环境恶劣，设备需要承受高温、高湿、粉尘等多种因素的影响，导致设备部件容易磨损、老化，从而影响设备的稳定运行。同时，掘进设备的控制系统和电气系统也可能出现故障，影响设备的正常运行。

3.1.2 安装、调试、维护等方面的技术难题

(1) 掘进设备的安装、调试和维护过程中也存在不少技术难题。由于掘进设备体积庞大、结构复杂，安装过程需要精确的测量和定位，以确保设备的稳定性和准确性。调试过程中，需要对设备的各项参数进行精确设

定和调整，以确保设备能够正常运行并达到预期的作业效率。(2) 在维护方面，掘进设备需要定期进行保养和维修，以确保设备的正常使用寿命和作业效率。然而，由于设备结构复杂，维修难度较大，需要专业人员进行操作。同时，由于煤矿作业环境恶劣，设备部件容易磨损和老化，需要更换的部件种类和数量也较多，增加了维护成本和难度。

3.2 环境与安全问题

3.2.1 掘进设备在作业过程中对环境的影响

掘进设备在作业过程中会对环境造成一定的影响。例如，设备运行时产生的噪音和振动会对周围环境造成干扰和破坏；设备排放的废气和粉尘也会对大气环境造成污染。此外，掘进作业还会产生大量的煤矸石和废渣等固体废弃物，对矿区周边的土地和水资源造成污染。

3.2.2 掘进设备在安全生产方面存在的问题和挑战

掘进设备在安全生产方面也存在一定的问题和挑战。由于煤矿作业环境恶劣且复杂多变，设备在作业过程中容易发生各种故障和事故。例如，设备部件脱落、电气系统故障等都可能引发安全事故。同时，掘进作业过程中产生的粉尘和有害气体也容易引发火灾或爆炸等危险情况。此外，操作人员的安全意识和操作技能也是影响安全生产的重要因素之一。因此，加强掘进设备的安全管理和维护保养工作至关重要。

4 煤矿掘进设备的改进策略研究

4.1 技术创新方向

在现代煤矿开采过程中，掘进设备的技术创新是提高生产效率、保障作业安全、降低运营成本的关键。以下是掘进设备在自动化、智能化、高效节能以及结构优化、材料改进、制造工艺升级等方面的创新方向。

4.1.1 自动化、智能化、高效节能

(1) 自动化与智能化：掘进设备的自动化和智能化是未来发展的重要趋势。通过集成先进的传感器、控制器和执行机构，实现掘进过程的远程监控和自动控制，减少人工干预，提高作业精度和安全性。例如，开发掘进机的自动控制及远程遥控系统，利用无线与有线两种方式实现掘进机的遥控操作，最终实现井下自动化无人值守掘进工作面。同时，引入智能算法对掘进数据进行实时分析，优化掘进参数，提高掘进效率。(2) 高效节能：针对掘进设备能耗高的问题，采用先进的节能技术和材料，降低设备运行时的能耗。例如，优化液压系统的负载敏感控制，减少能耗并避免系统发热失效；开发自动注油系统，减少掘进机在实际工作中的注油频次，延长设备使用寿命；此外，还可采用可伸缩的截割部，

使机器调动更加灵活,提高工作效率^[3]。

4.1.2 结构优化、材料改进、制造工艺升级

(1) 结构优化:通过改进掘进设备的结构设计,提高设备的稳定性和耐用性。例如,采用模块化设计,便于设备的维修和更换;优化截割头的形状和布置,提高破岩能力;增加支护设备,如锚杆钻机、超前临时支护装置等,减少巷道支护时间,提高掘进速度。(2) 材料改进:引入高强度、耐磨损的材料,提高掘进设备的部件寿命。例如,使用高密度合金材料替换传统刀盘齿,延长单次掘进周期;采用先进的密封件和电气元器件,提高设备的可靠性和稳定性。(3) 制造工艺升级:采用先进的制造技术和工艺,提高掘进设备的制造精度和表面质量。例如,采用精密铸造、精密加工和表面处理技术,减少部件的摩擦和磨损;引入智能化生产线,实现掘进设备的自动化生产和检测。

4.2 改进方案设计

针对掘进设备在实际工程中存在的问题和挑战,如动力不足、支护速度慢、设备损耗大等,设计以下改进方案。

4.2.1 具体改进方案

(1) 动力升级:针对硬岩环境下掘进机动力不足的问题,升级液压系统压力阈值,确保设备在高压状态下稳定性;同时,优化刀盘转速与推进速度的匹配算法,减少渣土堵塞问题。(2) 支护优化:开发掘锚一体化、掘钻一体化设备,将锚杆钻机、超前临时支护装置等集成到掘进机上,提高支护速度;采用智能支护系统,根据围岩变形情况动态调整支护参数。(3) 设备损耗降低:重新设计易损件模块化结构,便于快速更换和维修;开发专用维护诊断软件,接入设备运行数据后自动生成维护清单,精确标注需润滑点位与螺栓预紧力数值。

4.2.2 技术可行性、经济性和环保性分析

(1) 技术可行性:上述改进方案均基于现有技术和材料的升级与优化,技术成熟度高,易于实现。(2) 经济性:虽然改进方案需要一定的初期投资,但长期看,动力升级和支护优化将显著提高掘进效率,降低人工成本;设备损耗降低将减少维修和更换部件的费用,具有显著的经济效益。(3) 环保性:采用智能支护系统和优化掘进参数,减少了对围岩的破坏和粉尘的产生;同时,高效节能的设计也降低了能耗和排放,符合绿色矿山的发展要求^[4]。

4.3 改进方案的实施与效果评估

4.3.1 实施步骤和方法

(1) 方案制定:组建跨部门改进小组,包含机械工程师、电气工程师及有丰富隧道施工经验的操作员,共同制定改进方案。(2) 数据采集与分析:对现有掘进设备进行数据采集和分析,识别存在的问题和挑战;利用地质模拟平台验证改进方案的有效性。(3) 试验与测试:选取试验段进行双机对比测试,收集改进机型与旧机型的掘进效率、能耗比等数据;根据测试结果调整改进方案。(4) 推广与应用:在试验成功的基础上,逐步推广改进方案到全矿所有掘进设备。

4.3.2 效果评估方法和指标

(1) 生产效率提升:通过对比改进前后的掘进效率,评估生产效率的提升情况;采用施工进度模拟窗口动态显示当前掘进进度和预计完成时间。(2) 成本降低:统计改进前后的设备维护费用、人工成本等,评估成本降低情况;采用专用维护诊断软件自动生成维护清单,减少不必要的维修和更换费用。(3) 安全保障增强:增设多层次预警机制,实时监测设备状态和环境变化;配备智能手环实时监测操作员心率与疲劳指数,确保作业安全。

结束语

综上所述,煤矿掘进设备的发展与技术改进对于提高煤炭生产效率、保障作业安全以及促进煤炭工业的可持续发展具有重要意义。面对地质复杂性、作业效率、运行稳定性等方面的挑战,我们应不断推进技术创新,提升设备的自动化、智能化水平,并注重结构优化和材料改进。同时,加强环境保护和安全生产管理,确保掘进作业的高效、节能与环保。未来,随着技术的不断进步和应用实践的深化,煤矿掘进设备必将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]赵志龙.煤矿掘进机常见故障及处理方法[J].当代化工研究,2021,(07):62-63.
- [2]颜挺冉.浅谈煤矿设备智能化的现状和发展趋势[J].中国设备工程,2023,(04):41-42.
- [3]宋腾.浅析煤矿机电设备维修管理模式及发展趋势[J].内蒙古煤炭经济,2022,(19):169-170.
- [4]吴珺.煤矿机械自动化的应用及发展趋势分析[J].机械管理开发,2022,(10):92-93.